

Method and device for realising differential lock function for four wheel drive vehicle

Patent Number: DE10050173

Publication date: 2001-04-19

Inventor(s):

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Requested Patent: ☐ [DE10050173](#)

Application Number: DE20001050173 20001011

Priority Number(s): DE20001050173 20001011; DE19991049270 19991012

IPC Classification: B60K23/04; B60K23/08; B60K17/26; F16D48/12

EC Classification: [B60K23/08B](#), [B60K17/346B](#), [B60K23/04](#), [B60K28/16T](#), [B60T8/00B10K](#), [B60T8/00B12](#)

Equivalents:

Abstract

The method involves the use of a controller for traction dynamic control with inputs from transverse acceleration, steering angle, rate of yaw, brake pressure applied by driver and wheel speed sensors. These are processed by the traction dynamic controller to control the motor output torque and/or brake application to eliminate wheel slip

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 100 50 173 A 1

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 23/04
B 60 K 23/08
B 60 K 17/26
F 16 D 48/12

②1 Aktenzeichen: 100 50 173.7
②2 Anmeldetag: 11. 10. 2000
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

DE 100 50 173 A 1

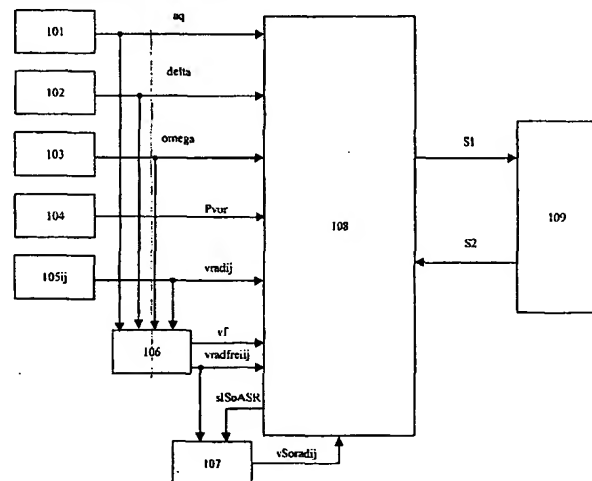
⑥6 Innere Priorität:
199 49 270. 0 12. 10. 1999
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug

⑤7 Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug. Bei dem Fahrzeug handelt es sich um ein Allradfahrzeug und mit der Differentialsperrenfunktion wird ein zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Allradfahrzeuges wirkende Längssperre realisiert. Mit diesem Verfahren wird bei Durchdrehneigung wenigstens eines angetriebenen Rades mit Hilfe von fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffen an wenigstens einem Mittel zur Beeinflussung des Radmoments die Funktion der Differentialsperre realisiert. Dabei wird zur Durchführung der fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffe wenigstens eine Sollwert für ein einzustellendes Radmoment vorgegeben.



DE 100 50 173 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Darstellung bzw. Realisierung einer Differentialsperrenfunktion, insbesondere die Realisierung einer Längssperrenfunktion, durch aktives Abbremsen von Rädern mit zu hohem Antriebsschlupf ist aus dem Stand der Technik bekannt. Die Darstellung bzw. Realisierung einer Längssperrenfunktion erfolgt bisher für gewöhnlich durch Anwendung von sogenannten Einzelradregelungen. Dabei übernimmt die Einzelradregelung gleichzeitig die Sperrwirkung in Querrichtung und in Längsrichtung.

In der DE 34 21 776 A1 ist ein Fahrzeug mit Allradantrieb beschrieben. Bei diesem Fahrzeug sind sowohl die Räder einer Achse mit der Antriebswelle als auch die Antriebswellen mit dem Antriebsmotor über Ausgleichsgetriebe verbunden. Der DE 34 21 776 A1 liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektronische Alternative für die Differentialsperren zu schaffen. Die elektronische Differentialsperre wird dadurch realisiert, daß an den einzelnen Radbremsen entsprechend dem Auftreten von Antriebsschlupf Bremsdruck eingespeist wird. D. h. es wird eine Bremsung eines oder mehrerer Räder durchgeführt, wenn dieses Rad oder diese Räder im Vergleich zu den anderen Rädern durchdreht oder durchdrehen. Wenn auch das letzte der Räder durchdreht, dann wird das Motordrehmoment reduziert. Mit anderen Worten: Alle Räder werden auf optimalen Antriebsschlupf geregelt und ermöglichen damit eine gute Seitenführung.

Der DE 34 21 776 A1 ist bzgl. der Realisierung der Differentialsperrenfunktion lediglich die Einspeisung von Bremsdruck zu entnehmen. Die Verwendung oder Bereitstellung einer konkreten Vorgabe über die Höhe des einzuspeisenden Bremsdruckes ist dieser Schrift nicht zu entnehmen. Folglich ist ihr auch nicht zu entnehmen, daß im Rahmen der Realisierung der Differentialsperre ein Bremsmoment gemäß einem vorgegebenen Sollwert eingestellt wird. Somit ist durch die so durchgeführten Eingriffe nicht gewährleistet, daß durch diese die Geschwindigkeiten der angetriebenen Fahrzeugachsen einander in gewollter Weise angenähert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demzufolge darin, bestehende Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. durch die des Anspruchs 11 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich um ein Verfahren zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bei Durchdrehneigung wenigstens eines angetriebenen Rades mit Hilfe von fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffen an wenigstens einem Mittel zur Beeinflussung des Radmomentes die Funktion einer Differentialsperre realisiert. Bei der realisierten Differentialsperrenfunktion soll es sich vorzugsweise um eine zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkenden Differentialsperre handeln. Zur Durchführung der fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffe wird wenigstens ein Sollwert für ein einzustellendes Radmoment vorgegeben.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei dem Fahrzeug um ein Fahrzeug mit Allradantrieb. Demzufolge handelt es sich bei der Differentialsperrenfunktion um eine zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkende Längssperre. Dies soll allerdings keine Einschränkung dar-

stellen. Das im Ausführungsbeispiel für ein Allradfahrzeug dargestellte erfindungsgemäße Verfahren zur Realisierung einer Längssperrenfunktion kann in entsprechend abgeänderter Form auch für ein Fahrzeug mit einer einzigen angetriebenen Achse zur Realisierung einer Quersperrenfunktion eingesetzt werden. Auf diesen Einsatz soll allerdings im Rahmen der vorliegenden Anmeldung nicht näher eingegangen werden.

Durch die Vorgabe des wenigstens einen Sollwertes – bei einem Fahrzeug mit Allradantrieb liegen zwei angetriebene Achsen vor, weshalb zwei Sollwerte vorgegeben werden – werden die für die angetriebenen Fahrzeugachsen vorliegenden Geschwindigkeiten einander angenähert. Durch diese Maßnahme wird eine optimale Traktion für das Fahrzeug sichergestellt.

Bei dem Mittel zur Beeinflussung des Radmomentes handelt es sich vorteilhafterweise um einen einem Rad des Fahrzeuges zugeordneten Bremsaktuators, der Teil einer Bremsanlage ist, mit der fahrerunabhängig Bremsmomente an einzelnen Rädern des Fahrzeuges erzeugt werden können. Bei der Bremsanlage wiederum kann es sich um eine hydraulische oder elektrohydraulische oder pneumatische oder elektropneumatische oder elektromechanische Bremsanlage handeln. Alternativ zu dem Bremsaktuators kann eine steuerbare mechanische Sperre oder eine steuerbare Kupplung eingesetzt werden.

Eine solche steuerbare mechanische Sperre oder steuerbare mechanische Kupplung könnte zur Überbrückung eines offenen Mittendifferenzials oder zur direkten Ankopplung der zweiten Antriebsachse an die Hauptantriebsachse, wie es beispielsweise bei einem Fahrzeug mit Frontantrieb und ankoppelbarem Hinterachsantrieb möglich wäre, dienen. Als Sollwert würde in diesem Fall das zu übertragende Koppelmoment verwendet werden, welches sich gemäß der Beziehung $M_{BrSymLSVA} - M_{BrSymLSHA}$ ergibt. Dieser Sollwert wird über eine Momentenschnittstelle dem unterlagerten Regler als Sollwert für das Koppelmoment vorgegeben.

Handelt es sich bei dem Mittel zur Beeinflussung des Radmomentes um einen Bremsaktuators so wird vorteilhafterweise als Sollwert ein Sollwert für ein Radbremsmoment vorgegeben. Wenn es sich um ein Fahrzeug mit Allradantrieb handelt, welches folglich zwei angetriebene Achsen aufweist, dann wird für jede der beiden Achsen ein Sollwert vorgegeben.

In Abhängigkeit erster Radgeschwindigkeitsgrößen, die die freirellenden Radgeschwindigkeiten beschreiben, und einem Sollwert für den Antriebsschlupf, wird ein Sollwert für die Kardangeschwindigkeit einer Achse ermittelt. In Abhängigkeit von zweiten Radgeschwindigkeitsgrößen, die die mit Hilfe der Raddrehzahlsensoren ermittelten Radgeschwindigkeiten beschreiben, wird ein Istwert für die Kardangeschwindigkeit derselben Achse ermittelt. In Abhängigkeit dieses Sollwertes und dieses Istwertes wird eine Abweichungsgröße ermittelt. Diese Abweichungsgröße wird mit Hilfe eines Reglermittels, insbesondere eines PI-Reglers, in den Sollwert für ein einzustellendes Radmoment umgesetzt.

Der Sollwert für die Kardangeschwindigkeit wird so gewählt, daß die Differentialsperrenfunktion zeitlich vor einer Motormomentenregelung aktiviert wird. Insbesondere wird hierfür der Sollwert für die Kardangeschwindigkeit in Abhängigkeit einer Geschwindigkeitsgröße, die die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibt, ermittelt. Diese Vorgehensweise hat folgenden Hintergrund: Im Anfahrbereich werden zunächst Maßnahmen getroffen, um mittels Sperreingriff die Traktion zu verbessern. Solange dieses Potential nicht ausgeschöpft ist, erfolgt nur eine leichte Reduktion des Mo-

tormoments. Erst wenn alle vier Räder zuviel Antriebs-
schlupf haben oder das Fahrzeug instabil wird erfolgt eine
stärkere Reduktion des Antriebsmoments. Dies erfolgt
durch Eingriffe der Motormomentenregelung.

Vorteilhafterweise werden bei der Ermittlung der Abwei-
chungsgröße Einflüsse in den zweiten Radgeschwindig-
keitsgrößen, die auf wechselseitige Schwingungen der Rad-
geschwindigkeiten an der jeweiligen Achse zurückgehen,
berücksichtigt.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß das Reglermittel
einen Proportional- und einen Integralanteil aufweist. Die
Integrationsverstärkung für den Integrationsanteil wird in
Abhängigkeit des Wertes der differenzierten Abweichungs-
größe ermittelt. Der Integralanteil wird schnell abgebaut,
wenn für die jeweilige Achse wenigstens eine Radschlupf-
größe einen vorgegebenen Wert überschreitet. Der Rad-
schlupf wird aus folgendem Grund überwacht: Durch den
aktiven Bremsdruckaufbau am Antriebsrad kann nie ganz
ausgeschlossen werden, dass dieses Rad überbremst wird.
Dies führt zu Bremschlupf am überbremsten Rad, der so-
fort durch Druckabbau eliminiert werden muss.

Bei Allradfahrzeugen kann eine optimale Traktion nur
dann erreicht werden, wenn alle Antriebsräder möglichst
mit gleicher Geschwindigkeit drehen. Speziell zwischen
Vorderachse (VA) und Hinterachse (HA) sollte möglichst
keine oder nur eine geringe Differenzgeschwindigkeit auf-
treten, damit das Motormoment über die Räder optimal auf
den Untergrund übertragen werden kann. Diese Vorgabe
wird mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der
erfindungsgemäßen Vorrichtung erreicht.

Die Realisierung der Funktion einer Differentialsperre in
Längsrichtung, d. h. zwischen der Vorderachse und der Hin-
terachse des Fahrzeuges, soll durch einen eigenständigen
Regelkreis bewerkstelligt werden. Dadurch kann die sich er-
gebende Längssperrenwirkung, individuell geregelt werden.
Dies soll durch einen auf Sollsclupfwerten basierenden
Radgeschwindigkeitsregler realisiert werden.

Zu diesem Zweck ist das Fahrzeug vorteilhafterweise mit
einer Schlupfregelvorrichtung ausgestattet, wie sie bei-
spielsweise aus der in der Automobiltechnischen Zeitschrift
(ATZ) 96, 1994, Heft 11, auf den Seiten 674 bis 689 erschie-
nenen Veröffentlichung "FDR - Die Fahrdynamikregelung
von Bosch" bekannt ist. Mit dieser Vorrichtung ist zudem
die Regelung wenigstens einer Fahrzeugbewegungsgröße
möglich. Bei dieser Fahrzeugbewegungsgröße handelt es
sich um die Gierrate des Fahrzeuges. Zur Regelung der Gier-
rate des Fahrzeuges wird die gemessene Gierrate mit einem
Sollwert für die Gierrate verglichen und eine Regelabwei-
chung der Gierrate ermittelt, in deren Abhängigkeit fahrer-
unabhängige radindividuelle Bremseneingriffe und/oder
Motoreingriffe durchgeführt werden. Hierzu werden in Ab-
hängigkeit der Regelabweichung der Gierrate Sollsclupf-
änderungen und aus diesen dann für die einzelnen Räder die
Sollsclupfwerte ermittelt. Diese Sollsclupfwerte werden
Reglern, die dem Gierratenregler unterlagert sind, und mit
denen der Bremschlupf oder der Antriebsschlupf geregelt
werden kann, zugeführt. Speziell im unterlagerten Regler,
mit dem der Antriebsschlupf geregelt wird, wird der Soll-
sclupfwert in eine Sollradgeschwindigkeit zur Einstellung
einer Radgeschwindigkeit umgerechnet. Vor allem durch die
fahrerunabhängigen radindividuellen Bremseneingriffe
wird ein Giermoment auf das Fahrzeug gebracht, durch
welches sich die Istgierrate des Fahrzeuges an den Sollwert
für die Gierrate annähert.

Diese vorstehend beschriebene Fahrdynamikregelung ist
mittlerweile weitläufig auch als ESP (Electronic Stability
Program) bekannt. Der Inhalt der Veröffentlichung "FDR -
Die Fahrdynamikregelung von Bosch" soll hiermit Teil die-

ser Anmeldung sein.

Der vorstehende Hinweis auf die Vorrichtung zur Durch-
führung einer Fahrdynamikregelung soll keine Einschrän-
kung darstellen. Selbstverständlich kann das Fahrzeug auch
mit einer Vorrichtung zur Durchführung einer Antriebs-
schlupfregelung oder einer anderen Vorrichtung zur Durch-
führung einer Schlupfregelung ausgestattet sein. Mit der
Vorrichtung zur Durchführung einer Schlupfregelung muß
allerdings die Durchführung von radindividuellen fahrerun-
abhängigen Bremseneingriffen, sogenannter aktiver Brem-
seneingriffe, möglich sein, denn diese sind für die Durch-
führung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlich.

Vorteilhafterweise ist der erfindungsgemäße Längssper-
renregler (L-Regler) so realisiert, daß er in eine bestehende
Fahrdynamikregelung für beliebige Allradfahrzeuge inte-
griert werden kann. Die problemlose Integrierbarkeit wird
durch folgende Maßnahmen sichergestellt: Für den Längs-
sperrenregler werden ausschließlich auf physikalischen
Größen basierende Eingangsgrößen verwendet. Als Aus-
gangsgrößen werden für den Fall, daß es bei den Mitteln zur
Beeinflussung des Radmoments um Bremsaktuatoren han-
delt, die beiden Momente $MBrSymLSVA$ und $MBrSymLSHA$
verwendet. Handelt es sich dagegen um eine steuerbare Sperre
oder eine steuerbare Kupplung, so wird in diesem Fall das
Koppelmoment $IMBrSymLSVA - MBrSymLSHA$ verwendet. Jeder
Steller, ob es sich nun um eine steuerbare Kupplung oder um
eine steuerbare Sperre handelt, der auf Momentenbasis ar-
beitet, kann schnell an den Längssperrenregler angekoppelt
werden. Wenn dies nicht möglich sein sollte, ist ein spezielles
Interface vorzusehen. Bei solch einem Interface handelt es
sich beispielsweise um ein Kennfeld für den Steuerstrom des
Kupplungsstellers als Funktion des Koppelmoments.

Darüber hinaus ist der erfindungsgemäße Längssperren-
regler so realisiert, daß er bei Bedarf mit einer Motormo-
mentenregelung (AMR) harmonisiert. Außerdem erfüllt er
Offroad-Erfordernisse, d. h. ist bei Fahrten von Fahrzeugen
auf einer Schlechtwegstrecke bzw. bei Fahrten im Gelände
einsetzbar. Hierzu werden folgende Maßnahmen ergriffen:
Mit zunehmender Regeldauer wird das maximale Längs-
sperrenmoment ($MBrSymIMax$) größer. Gleichzeitig wer-
den die Motormomentenreduktionen oberhalb bestimmter
hoher Motormomente zunehmend schwächer. Im schweren
Offroadgelände erfolgt dann fast keine Motormomentenre-
duktion mehr. Auf niedrigen Reibwerten erfolgt eine ausge-
prägte Motormomentenreduktion, was ein weiches Anfa-
hren ermöglicht.

Weitere Vorteile sind:

- Die Synchronisation der beiden Kardangeschwin-
digkeiten erfolgt achsweise. Aus dynamischen Grün-
den (Schwingungsdämpfung) ist es von Vorteil, wenn
jede Achse individuell geregelt werden kann. Dies
hängt eng mit der Ausführungsform als Bremsen-
Längssperre zusammen.
- Der Aufbau des Längssperrenmoments wird unter
Verwendung eines PI-Reglers realisiert, da für den Fall,
daß die Längssperre das Sperrmoment erhöhen muß,
eine auswertbare Regelabweichung vorliegt. Wohinge-
gen der Abbau des Längssperrenmoments mit Hilfe einer
Steuerung erfolgt. In diesem Fall liegt keine aus-
wertbare Regelabweichung vor.
- Geometrischer Schlupf, der eventuell aufgrund einer
Kurvenfahrt vorliegen kann, wird herausgerechnet.
Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, daß ausge-
hend von einer eventuell vorliegenden Kurvenfahrt und
dem damit verbundenen geometrischen Schlupf keine
Eingriffe durchgeführt werden, die eigentlich nicht er-

forderlich sind. Der sogenannte geometrische Schlupf entsteht, weil beispielsweise die Vorderräder bei einer Kurvenfahrt auf kleineren Radien laufen als die entsprechenden Hinterräder. Ohne Kompensationsmaßnahmen würde eine Regelabweichung entstehen, die bei einer engen Kurvenfahrt die Längssperre aktivieren würde. Durch Berücksichtigung der kinematischen Zusammenhänge wird dieser Einfluss herausgerechnet. Diese Berücksichtigung erfolgt bereits bei der Ermittlung der freirollenden Radgeschwindigkeiten. Ohne Kompensation des geometrischen Schlupfes müßte die tote Zone des Längssperrenreglers aufgeweitet werden. – Als Stellgröße wird achsweise ein Sollmoment an ein unterlagertes Stellglied ausgegeben. Das Stellglied kann ein Bremssystem mit der Möglichkeit des aktiven, d. h. fahrerunabhängigen Druckaufbaus sein. Ebenso kommt als Stellglied eine steuerbare mechanische Sperre oder eine steuerbare mechanische Kupplung in Frage, die zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkt. Im letzteren Fall muß allerdings dem Stellglied solch eine Stellgröße zugeführt werden, die die zwischen Vorderachse und Hinterachse einzustellende Differenz des Sollmoments repräsentiert. Hierfür eignet sich das Koppelmoment $MBrSymLSVA - MBrSymLSHA$.

– Die Dynamik des Längssperrenreglers ist unabhängig von den Quersperren einstellbar. Dies wird dadurch erreicht, daß zur Realisierung der Längssperrenfunktion ein eigenständiger Regler mit eigenem Parametersatz verwendet wird. Gleichzeitig läßt sich der Arbeitspunkt individuell so anpassen, daß ein harmonisches Zusammenspiel mit einer Motormomentenregelung möglich ist.

– Ein Abwürgeschutz für Fahrzeuge mit manuell betätigten Getriebe verhindert im Bedarfsfall ein Abwürgen des Motors, welches durch eventuelle Aktivitäten des Längssperrenreglers ausgelöst werden kann. Der Abwürgeschutz ist aus folgendem Grund erforderlich: Durch die erfindungsgemäßen Eingriffe an den Mitteln zur Beeinflussung des Radmoments können die Räder so stark gebremst werden, daß der Motor des Fahrzeuges unter Umständen ausgeht. Um dies zu vermeiden, findet eine entsprechende Überwachung statt. Der Abwürgeschutz ist folgendermaßen realisiert: Die Motordrehzahl wird überwacht. Unterschreitet diese einen bestimmten Mindestwert, so wird das Längssperrenmoment entsprechend stark reduziert, bis die Motordrehzahl diesen Mindestwert wieder überschritten hat. Der Mindestwert für die Motordrehzahl kann in Abhängigkeit vom Längssperrenmoment selbst, mittels Kennlinie vorgegeben werden. Zusätzlich ist sichergestellt, dass das Längssperrenmoment auf einen Anteil des momentan zur Verfügung stehenden Kardanantriebsmoment begrenzt wird.

Weitere Vorteile sowie vorteilhafte Ausgestaltungen können der Zeichnung sowie der Beschreibung des Ausführungsbeispiels entnommen werden.

Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Fig. 1 bis 3, in denen die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren mit Hilfe von Blockschaltbildern in unterschiedlichem Detaillierungsgrad dargestellt ist. Blöcke mit identischen Ziffern jedoch unterschiedlichen Indizes haben dieselbe Funktion.

Ausführungsbeispiel

Der Inhalt des vorstehend aufgeführten ATZ-Artikels "FDR – Die Fahrdynamikregelung von Bosch" soll hiermit in die Beschreibung aufgenommen und Teil der Beschreibung sein. Entsprechendes soll für den Inhalt der DE 34 21 776 A1 gelten.

Das der Anmeldung zugrundeliegende Ausführungsbeispiel zeigt die Verwendung eines Bremssystems, welches die Möglichkeit eines aktiven, d. h. fahrerunabhängigen Druckaufbaus vorsieht. Dies soll keine Einschränkung darstellen. In entsprechender Weise kann die Längssperrenfunktion auch mit Hilfe einer regelbaren Längssperre oder einer entsprechend eingesetzten Kupplung realisiert werden.

In Fig. 1 ist in allgemeiner Form ein Steuergerät 108 dargestellt. Bei diesem Steuergerät handelt es sich beispielsweise um ein Steuergerät, welches im Rahmen einer Fahrdynamikregelung eingesetzt wird. Bezüglich weiterführender Details sei an dieser Stelle auf die vorstehend erwähnte Veröffentlichung "FDR – Die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen. Dem Steuergerät werden verschiedene Eingangsgrößen zugeführt: Die mit Hilfe eines Querbeschleunigungssensors 101 ermittelte Querbeschleunigung a_q , der mit Hilfe eines Lenkwinkelsensors 102 ermittelte Lenkwinkel δ , die mit Hilfe eines Gierratensensors 103 ermittelte Gierrate ω des Fahrzeugs, der vom Fahrer eingestellte, mit Hilfe eines Drucksensors 104 ermittelte Vordruck P_{vor} sowie die mit Hilfe von Raddrehzahlsensoren 105ij ermittelten Radgeschwindigkeiten v_{radij} .

Darüber hinaus werden dem Steuergerät 108 eine Geschwindigkeitsgröße v_f sowie freirollende Radgeschwindigkeiten $v_{radfreiij}$ zugeführt. Die freirollenden Radgeschwindigkeiten werden in einem Block 106 ausgehend von den Radgeschwindigkeitsgrößen v_{radij} unter Berücksichtigung der Fahrzeugbewegung, die durch die Querbeschleunigung, die Gierrate und den Lenkwinkel beschrieben ist, ermittelt. Die somit ermittelten freirollenden Radgeschwindigkeiten weisen keine Geschwindigkeitsanteile mehr auf, die auf die Fahrzeugbewegung zurückgehen. Durch diese Maßnahme wird ein vorhandener geometrischer Schlupf eliminiert. Die Geschwindigkeitsgröße v_f , die die Geschwindigkeit des Fahrzeuges beschreibt, wird im Block 106 in bekannter Weise in Abhängigkeit der freirollenden Radgeschwindigkeiten $v_{radfreiij}$ ermittelt. Im weiteren Verlauf werden die freirollenden Radgeschwindigkeiten auch als erste Radgeschwindigkeitsgrößen bezeichnet. Die mit Hilfe der Raddrehzahlsensoren 105ij ermittelten Radgeschwindigkeiten v_{radij} werden im weiteren auch als zweite Radgeschwindigkeitsgrößen bezeichnet.

Die freirollenden Radgeschwindigkeiten $v_{radfreiij}$ werden außerdem einem Block 107 zugeführt. Diesem Block wird zusätzlich ausgehend vom Block 108 eine Größe s_{lSoASR} , die den Sollwert des Antriebsschlupfs beschreibt, zugeführt. Aus diesen Größen werden im Block 107 Größen $v_{Soradij}$ ermittelt, die die Sollradgeschwindigkeiten beschreiben. Die Ermittlung der Größen $v_{Soradij}$ erfolgt beispielsweise gemäß der Gleichung

$$v_{Soradij} = v_{radfreiij} \cdot (1 + s_{lSoASR}) \quad (1).$$

Die Größen $v_{Soradij}$ werden dem Steuergerät 108 zur weiteren Verarbeitung zugeführt. Da die Sollradgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der freirollenden Radgeschwindigkeiten ermittelt werden, ist auch bei ihnen ev. vorliegender geometrischer Schlupf eliminiert.

Die vorstehend für die Raddrehzahlsensoren verwendete abkürzende Schreibweise 105ij hat folgende Bedeutung: Der Index i gibt an, ob es sich um ein Vorderrad (v) oder um

ein Hinterrad (h) handelt. Der Index j gibt an, ob es sich um ein rechtes (r) bzw. um ein linkes (l) Fahrzeugrad handelt. Diese Schreibweise ist für sämtliche Größen bzw. Blöcke, für die sie verwendet wird, identisch.

Ausgehend von den dem Steuergerät 108 zugeführten Größen erzeugt das Steuergerät im Rahmen der Fahrdynamikregelung gemäß dem in ihm abgelegten Regelkonzept Ansteuersignale S1 für die ihm zugeordneten Aktuatoren 109. Bei den Aktuatoren handelt es sich im Rahmen der Fahrdynamikregelung beispielsweise um Mittel zur Beeinflussung des vom Motor abgegebenen Moments und/oder um den Rädern des Fahrzeugs zugeordnete Bremsaktuatoren, die Teil einer hydraulischen, einer elektrohydraulischen, einer pneumatischen, einer elektropneumatischen oder einer elektromechanischen Bremsanlage sein können. Ausgehend von den Aktuatoren 109 werden dem Steuergerät Signale S2 zugeführt, die dem Steuergerät eine Information über den Betriebszustand der Aktuatoren geben. Bezüglich des im Steuergerät 108 abgelegten Regelkonzeptes sei auf die vorstehend erwähnte Veröffentlichung "FDR – Die Fahrdynamikregelung von Bosch" verwiesen.

Die vorstehend dargestellte Ansteuerung der Aktuatoren betrifft die im Rahmen der Fahrdynamikregelung durchgeführte Ansteuerung. Darüber hinaus erzeugt der Block 108 auch die zur Durchführung der erfindungsgemäßen Eingriffe erforderlichen Signale. Hierzu wird im Block 108 wenigstens ein Sollwert für ein einzustellendes Radmoment erzeugt. Dieser Sollwert wird in Signale S1 umgesetzt, mit denen im Block 109 enthaltene Mittel zur Beeinflussung des Radmoments angesteuert werden. Wie bereits erwähnt kann es sich bei diesen Mitteln um Bremsaktuatoren oder um eine steuerbare mechanische Sperre oder um eine steuerbare Kupplung handeln.

Darüber hinaus findet im Block 108 eine Erkennung statt, mit der festgestellt wird, ob für wenigstens ein angetriebenes Rad eine Durchdrehneigung vorliegt oder nicht. Hierzu wird für die angetriebenen Räder der jeweils vorliegende Schlupfwert dergestalt ausgewertet, daß er mit einem vorgebbaren Schwellenwert verglichen wird. Wird für ein angetriebenes Rad der Schwellenwert überschritten, so liegt für dieses Rad eine Durchdrehneigung vor. Diese Information wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgewertet. Nur für den Fall, daß an wenigstens einem Rad eine Durchdrehneigung vorliegt, wird die Differentialsperrenfunktion aktiviert.

Wenn es sich bei der Differentialsperrenfunktion um eine Längssperre handelt, dann wird die Längssperre für gewöhnlich erst dann aktiviert, wenn an beiden Rädern einer Antriebsachse ein zu hoher Antriebsschlupf auftritt. Denn ein einzelnes durchdrehendes Rad an einer Achse wird im Normalfall zunächst von der Quersperre stabilisiert und von der Längssperre zunächst nicht bewertet. Dagegen wird die Situation, bei der wechselseitig instabile Räder an einer Achse vorliegen, es handelt sich hierbei um das sogenannte Trampeln, durch die Längssperre bewertet.

Alternativ zu der vorstehend beschriebenen Auswertung des Radschlupfes kann auch direkt die Radgeschwindigkeit ausgewertet werden.

Selbstverständlich kann es sich bei dem Steuergerät 108 auch um ein Steuergerät handeln, welches im Rahmen einer Antriebschlupfregelung eingesetzt wird. Es kann sich auch um ein anderes Steuergerät handeln. Allerdings sollte für den Fall, daß die Längssperrenfunktion mit Hilfe von Bremseneingriffen realisiert werden soll, solch ein Steuergerät und solch eine Bremsanlage verwendet werden, mit dem bzw. mit der fahrerunabhängige Bremseneingriffe realisierbar sind.

Bevor auf die Fig. 2 eingegangen wird, soll zunächst die

Bildung verschiedener Sollwerte und Regelgrößen, die der Realisierung der Längssperrenfunktion zugrunde liegen, beschrieben werden. Diese Größen werden intern in dem Block 108 ermittelt. Grundlage für die Ermittlung dieser Größen sind zum einen die nach Gleichung (1) ermittelten Sollradgeschwindigkeiten v_{Soradij} sowie die mit Hilfe der Radrehzahlsensoren ermittelten Radgeschwindigkeitsgrößen v_{radij} .

Die Rohwerte für die Sollkardangeschwindigkeiten für die Vorderachse (VA) und für die Hinterachse (HA) werden folgendermaßen bestimmt:

$$v_{\text{SoKarVA}} = (v_{\text{Soradvl}} + v_{\text{Soradvr}})/2 \quad (2a),$$

$$v_{\text{SoKarHA}} = (v_{\text{Soradhl}} + v_{\text{Soradhr}})/2. \quad (2b).$$

Zur Realisierung der Differentialsperrenfunktion werden als Regelgrößen die beiden gefilterten Achskardangeschwindigkeiten v_{KarFVA} und v_{KarFHA} verwendet. Hierzu werden zunächst die beiden Achskardangeschwindigkeiten v_{KarVA} und v_{KarHA} gemäß nachfolgender Gleichung ermittelt:

$$v_{\text{KarVA}} = (v_{\text{radvl}} + v_{\text{radvr}})/2 \quad (3a),$$

$$v_{\text{KarHA}} = (v_{\text{radhl}} + v_{\text{radhr}})/2 \quad (3b).$$

Die beiden Größen v_{KarVA} und v_{KarHA} werden im weiteren als Istwert für die Kardangeschwindigkeit der jeweiligen Achse bezeichnet. Durch Filterung der Größen v_{KarVA} und v_{KarHA} erhält man die gefilterten Achskardangeschwindigkeiten v_{KarFVA} und v_{KarFHA} . Der Filter ist beispielsweise als Filter 1. Ordnung (PT1) ausgeführt. Über den zugehörigen Filterparameter wird die Stärke der Filterung festgelegt. Alternativ können aber auch anstelle der gefilterten Größen die beiden ungefilterten Größen v_{KarVA} und v_{KarHA} verwendet werden.

Zusätzlich werden achsweise die gefilterten Differenzgeschwindigkeiten v_{DiffVA} und v_{DiffHA} benötigt. Zunächst werden die ungefilterten Differenzgeschwindigkeiten wie folgt ermittelt:

$$v_{\text{DifVA}} = v_{\text{radvl}} - v_{\text{radvr}} \quad (4a),$$

$$v_{\text{DifHA}} = v_{\text{radhl}} - v_{\text{radhr}} \quad (4b).$$

Durch Filterung der Größen v_{DifVA} und v_{DifHA} ergeben sich die gefilterten Differenzgeschwindigkeiten v_{DifFVA} und v_{DifFHA} .

Die verschiedenen vorstehend aufgeführten Filterungen erfolgen jeweils beispielsweise unter Verwendung eines geeignet eingestellten Tiefpaßfilters.

Im folgenden wird Fig. 2 beschrieben, in der die Berechnung der Regelabweichungen d_{vKarLSVA} für die Vorderachse und d_{vKarLSHA} für die Hinterachse dargestellt ist. Die beiden Größen werden im weiteren Verlauf auch als Abweichungsgrößen bezeichnet, die in Abhängigkeit des Sollwertes und des Istwertes für die Kardangeschwindigkeit ermittelt wird.

An dieser Stelle sei nochmals die erfindungsgemäße Vorgehensweise dargestellt: Tritt an beiden Rädern einer Antriebsachse gegenüber der anderen Antriebsachse ein zu hoher Antriebsschlupf auf, so kann durch einen symmetrischen Bremsmomentenaufbau an der Antriebsachse, an der der zu hohe Antriebsschlupf auftritt, eine Sperrwirkung in Längsrichtung erzielt werden. Dadurch wird die andere Antriebsachse mit einem höheren Antriebsmoment beaufschlagt. Zu diesem Zweck ist der Längssperrenregler und

damit auch die Ermittlung der Regelabweichungen achsweise organisiert.

Demzufolge ist die in Fig. 2 dargestellte Ermittlung der Regelabweichungen symmetrisch aus zwei identischen Zweigen aufgebaut, einem für die Vorderachse und einem für die Hinterachse. Aus diesem Grund wird nachfolgend lediglich ein Zweig, nämlich der für die Hinterachse, ausführlich beschrieben. Die Beschreibung des Zweiges für die Vorderachse ist inhaltlich identisch.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß einzelne Größen bzw. Blöcke, die im Zweig für die Vorderachse enthalten sind, mit dem Zusatz "v" gekennzeichnet sind. Entsprechend sind einzelne Blöcke bzw. Größen, die im Zweig für die Hinterachse enthalten sind, mit dem Zusatz "h" gekennzeichnet. Blöcke mit derselben Ziffer und Größen mit demselben Variablenamen jedoch verschiedenem Index haben die gleiche Funktion bzw. Bedeutung.

Zunächst wird für den Längssperrenregler der einzustellende Arbeitspunkt, d. h. der Sollwert $v_{\text{SoKarLSHA}}$ an der Hinterachse ermittelt. Dieser Wert wird im weiteren Verlauf auch als Sollwert für die Kardangeschwindigkeit bezeichnet.

Hierzu wird zunächst der Rohwert für die Sollkardangeschwindigkeit v_{SoKarHA} , die gemäß Gleichung (2b) ermittelt wurde, im Block 201h mit dem Gewichtungsfaktor K_1 gewichtet. Die gewichtete Sollkardangeschwindigkeit wird einem Verknüpfungspunkt 205h zugeführt. Des weiteren wird mit Hilfe der Komponenten 202h und 203h für die Hinterachse der Mittelwert der beiden freirendenden Radgeschwindigkeiten $v_{\text{radFreiHL}}$ und $v_{\text{radFreiHR}}$ bereitgestellt. Hierzu wird zunächst mit dem Summationspunkt 202h die Summe der beiden freirendenden Radgeschwindigkeiten gebildet. Anschließend wird die Summe im Block 203h mit dem Faktor 0,5 multipliziert. Der so ermittelte Mittelwert wird anschließend in einem Block 204h mit einem Faktor $(1-K_1)$ gewichtet. Der gewichtete Mittelwert wird ebenfalls dem Verknüpfungspunkt 205h zugeführt. In diesem Verknüpfungspunkt wird die Summe aus der gewichteten Sollkardangeschwindigkeit und dem gewichteten Mittelwert gebildet. Diese Summe $v_{\text{SoKarLSHA}}$ stellt den Sollwert für die Kardangeschwindigkeit an der Hinterachse dar.

Der Gewichtungsfaktor K_1 variiert zwischen den Werten 0 und 1 und wird in Abhängigkeit der Geschwindigkeitsgröße v_f , die die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibt, verändert. Im Anfahrbereich wird $K_1 = 0$ gesetzt, da in dieser Situation die Traktion Priorität haben soll. Mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit nähert sich K_1 dem Wert 1 an.

Durch die Veränderung des Gewichtungsfaktors läßt sich der Arbeitspunkt der Längssperrenregel gegenüber dem Arbeitspunkt einer eventuell vorhandenen Antriebsmomentenregelung (AMR) absenken. Das bedeutet, daß die Längssperre bereits ein Sperrmoment aufbaut bevor die Antriebsmomentenregelung das Antriebsmoment wieder reduzieren kann.

Nachfolgend soll unter der Annahme, daß $v_{\text{DiffFHA}} = 0$ ist, der physikalisch technische Hintergrund des Gewichtungsfaktors K_1 erläutert werden.

Für $K_1 = 1$ wird $d_{\text{vKarLSHA}} = v_{\text{KarFHA}} - v_{\text{SoKarHA}}$. Dies entspricht genau der Regelabweichung des Motorreglers. D. h. der Motorregler und die Längssperre regeln auf die gleiche Sollgröße v_{SoKarHA} .

Für $K_1 = 0$ wird $d_{\text{vKarLSHA}} = v_{\text{KarFHA}} - 0,5 (v_{\text{radFreiHL}} + v_{\text{radFreiHR}})$. Das bedeutet in diesem Fall: Sobald die Kardangeschwindigkeit der Hinterachse größer ist als die freirendenden Radgeschwindigkeiten, entsteht in Abhängigkeit des Verhaltens der Vorderachse eine Regelabweichung für die Längssperre. In diesem Fall kann für die Längssperre bereits eine Regelabweichung entstehen, wäh-

rend für den Motorregler noch keine Regelabweichung entsteht, die zu einer Reduktion des Motormoments führt.

Der Arbeitspunkt einzustellende $v_{\text{SoKarLSHA}}$ wird einem Verknüpfungspunkt 206h zugeführt. Diesem Verknüpfungspunkt wird auch die Ist-Kardangeschwindigkeit v_{KarHA} , die gemäß der Gleichung (3b) ermittelt wurde zugeführt. In dem Verknüpfungspunkt 206h wird von der Ist-Kardangeschwindigkeit v_{KarHA} der einzustellende Arbeitspunkt $v_{\text{SoKarLSHA}}$, der gewissermaßen den Sollwert darstellt, abgezogen. Die dabei entstehende Differenz stellt die eigentliche Achsregelabweichung dar. Aus folgendem Grund wird der Sollwert vom Istwert abgezogen: Für den Fall, daß durchdrehende Antriebsräder vorliegen, ist der Istwert größer als der Sollwert. Folglich ergibt sich durch diese Art der Differenzbildung ein positiver Wert. Dieser positive Wert kann direkt im Rahmen des durchzuführenden Druckabbaus verarbeitet werden.

Die im Verknüpfungspunkt 206h erzeugte Differenz wird einem weiteren Verknüpfungspunkt 207h zugeführt.

Der Betrag der gefilterten Differenzgeschwindigkeit v_{DiffFHA} , die unter Verwendung von Gleichung (4b) gebildet wurde, wird in einem Block 211h mit dem Faktor 0,5 bewertet und anschließend in einem Block 212h mit einem Faktor K_2 gewichtet. Die so ermittelte Größe wird dem Verknüpfungspunkt 207h zugeführt. Durch die in dem Verknüpfungspunkt 207h stattfindende Differenzbildung wird der Anteil bereitgestellt, um den beide Räder der Hinterachse über dem Sollwert $v_{\text{SoKarLSHA}}$ liegen. Der Faktor 0,5 ergibt sich aus der Definition der Kardangeschwindigkeit als Mittelwert.

Der Faktor K_2 variiert zwischen 1 und 0. Für $K_2 = 1$ wird der auf die Differenzgeschwindigkeit v_{DiffFHA} zurückgehende Differenzanteil vollständig ausgeblendet, was dem Normalfall entspricht. Es ist jedoch zweckmäßig, bei sogenannten "trampelnden Rädern" an einer Achse, was einer wechselseitigen Schwingung der Radgeschwindigkeiten an dieser Achse entspricht, einen entsprechenden Anteil der Differenz der Radgeschwindigkeiten auf die Regelabweichung für den Längssperrenregler aufzuschalten. Dadurch werden die Schwingungen wirksam gedämpft. Der Faktor K_2 wird über die Fahrzeuggeschwindigkeit gesteuert. Der Faktor K_2 wird im Anfahrbereich, d. h. für eine Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als 2 m/s, bei schwingender Achse zu 0 gesetzt. Denkbar ist auch eine Vorgabe über eine Kennlinie.

Liegt ein Schwingen der Räder an der Hinterachse vor, so läuft die Hinterachse nicht synchron. Die Kardangeschwindigkeit an der Hinterachse ist trotz des Schwingens der Hinterräder konstant. Um die Realisierung der Differentialsperrenfunktion zu verbessern, wird die durch das Schwingen vorliegende Differenzgeschwindigkeit im Rahmen der Ermittlung der Regelabweichung aufgeschaltet.

Die mit Hilfe des Verknüpfungspunktes 207h gewonnene Regeldifferenz wird mit Hilfe eines Blockes 208h auf positive Werte begrenzt. Die so begrenzte Regeldifferenz wird sowohl einem Verknüpfungspunkt 209h als auch einem Verknüpfungspunkt 209v zugeführt. In dem Verknüpfungspunkt 209h wird von der begrenzten Regelabweichung der Hinterachse die begrenzte Regelabweichung der Vorderachse abgezogen. Durch diese Differenzbildung wird eine Koppelung zwischen der Hinterachse und der Vorderachse realisiert, die erforderlich ist, um einen Angleich der Geschwindigkeiten der beiden Achsen aneinander realisieren zu können. D. h. es wird die Abweichung der Geschwindigkeiten zwischen den beiden Achsen ermittelt. Diese Abweichung wird umgesetzt zur Ansteuerung der elektrischen Differentialsperre.

Durch Bildung der Differenz der beiden Regelabwei-

chungen wird sichergestellt, daß die beiden Kardangeschwindigkeiten lediglich zueinander synchronisiert werden, wie dies bei einer mechanischen Längssperre der Fall ist.

Für die Hinterachse wird die Differenz der beiden Regelabweichungen anschließend mit Hilfe eines Blockes 210h begrenzt, und zwar nach unten auf den Wert 0 und nach oben auf einen Maximalwert d_vKarLSMax. Die am Ausgang des Blockes 210h vorliegende Größe d_vKarLSHA stellt die Regelabweichung bzw. die Abweichungsgröße für die Hinterachse bezüglich des Längssperrenreglers dar. Die Größe d_vKarLSHA ist ein Maß dafür, wie stark die Räder der Hinterachse durchdrehen und in welchem Maße diesbezüglich auch eine Abweichung zu der Vorderachse vorliegt.

Wie bereits oben erwähnt, ist der Zweig für die Vorderachse identisch aufgebaut, weswegen auf eine eigenständige Beschreibung dieses Zweiges verzichtet wird. Vielmehr wird auf die vorstehende Beschreibung des Zweiges für die Hinterachse verwiesen.

Nachfolgend wird auf Fig. 3 eingegangen, in der der erfindungsgemäße Regler dargestellt ist.

Wie Fig. 3 zu entnehmen ist, wird für jede Antriebsachse ein modifizierter PI-Regler zur Regelung der Komponenten des Längssperrenmoments eingesetzt. Aus diesem Grund ist der in Fig. 3 dargestellte Regler aus zwei identischen PI-Reglern aufgebaut, einem für die Vorderachse und einem für die Hinterachse. Nachfolgend wird lediglich ein Zweig, nämlich der für die Hinterachse, ausführlich beschrieben. Die Beschreibung des Zweiges für die Vorderachse ist inhaltlich identisch. Einzelne Größen bzw. Blöcke, die im Zweig für die Hinterachse enthalten sind, sind mit dem Zusatz "h" gekennzeichnet. Entsprechendes gilt für die Vorderachse. Blöcke mit derselben Ziffer und Größen mit demselben Variablennamen jedoch verschiedenem Index haben die gleiche Funktion bzw. Bedeutung.

Die Regelabweichung d_vKarLSHA wird einem Block 301h zugeführt, in dem sie mit einem Parameter KpMBrSymKHA multipliziert wird. Die so erhaltene Größe wird einem Block 305h zugeführt, in welchem sie auf einen Maximalwert MBrSymKarMax begrenzt wird. Der so gewonnene P-Anteil, der mit MBrSymPHA bezeichnet sein soll, wird einem Verknüpfungspunkt 308h zugeführt. Der P-Anteil dient der Verbesserung des dynamischen Regelverhaltens, da durch ihn die Dynamik des Längssperrenreglers erhöht wird. Die Begrenzung des P-Anteils vermeidet zu starke Momentenstöße.

Block 304h stellt einen Integrator dar, der zum Aufbau des Sperrmoments benutzt wird, d. h. wenn die Regelabweichung d_vKarLSHA größer als ein Parameter P_dvKarLSMin ist. Ein entsprechender Vergleich findet in dem Integrator 304h statt. Dadurch wird eine Totzone realisiert, wodurch ein zu empfindliches Aufintegrieren verhindert werden kann.

Die Integratorverstärkung KoMBrSymIAufHA wird in Abhängigkeit der differenzierten Abweichungsgröße mit Hilfe eines Differenzierers 302h bestimmt. Hierzu wird zunächst KoMBrSymIAufHA gleich P_KoMBrSymIAuf1 gesetzt. Unterschreitet die differenzierte Regelabweichung den Wert P_deldvKarLS so wird KoMBrSymIAufHA zurückgenommen auf den Wert P_KoMBrSymIAuf2.

Aus folgendem Grund wird die Integrationsverstärkung in Abhängigkeit der differenzierten Abweichungsgröße ermittelt: Durch die Auswertung der differenzierten Abweichungsgröße liegt eine Information darüber vor, ob die Abweichungsgröße zunimmt oder abnimmt. Stellt man nun fest, daß die Regelabweichung eine Umkehrtendenz zeigt, so wird die Integration dadurch verlangsamt, daß in diesem Fall der kleinere Wert P_KoMBrSymIAuf2 verwendet wird.

Durch diese Maßnahme wird ein Momentenüberschuß, der ein "Abreißen" der anderen Achse begünstigt, vermieden.

Ist die Regelabweichung kleiner als der Parameter P_dvKarLSMin, erfolgt ein gesteuerter Abbau des I-Anteils mit dem Gradienten KoMBrSymIAbHA. Ein schneller Abbau des I-Anteils einer Antriebsachse erfolgt immer dann, wenn für diese Achse eine Radschlupfgröße, die den am jeweiligen Rad vorherrschenden Radschlupf beschreibt, beispielsweise slradhl oder slradhr, den Bremsschlupfwert P_slBrems überschreitet. In beiden Fällen handelt es sich um einen gesteuerten Abbau, allerdings mit unterschiedlichem Gradienten. Eine entsprechende Auswertung des Radschlupfes findet in einem Block 303h statt. Durch die Auswertung des Radschlupfes werden plötzliche Wechsel des Reibwerts, die zu einem Bremsschlupf führen, berücksichtigt.

Wie man erkennt, wird in Abhängigkeit der Ableitung der Regelabweichung d_vKarLSHA ein Parameter des Integrators umgeschaltet.

Bei Fahrzeugen mit manuellem Getriebe erfolgt auch eine Überwachung der Motordrehzahl. Diese findet ebenfalls im Block 303h statt. Unterschreitet die Motordrehzahl Nmot einen Wert P_nMotLSAbfast, so erfolgt ebenfalls ein schneller Abbau des I-Anteils mit dem Gradienten P_MBrSymIAbHAfast, der dem Block 304h über die Größe KoMBrSymIAbHA zugeführt wird. Durch das Öffnen der Längssperre wird ein Abwürgen des Motors verhindert. Der Wert der Größe P_nMotLSAbfast wird im Vorfeld in Abhängigkeit des Verlaufes des Motormoments ermittelt, und ist somit vom jeweiligen Motortyp abhängig. Dieser Wert liegt im Bereich von beispielsweise 1200 bis 1500 U/min.

An dieser Stelle sei festgehalten: Der Aufbau des Bremsmoments im Rahmen der Differentialsperrenfunktion erfolgt in Form einer Regelung. Dagegen erfolgt der Abbau des Bremsmoments in Form einer Steuerung. Zur Beeinflussung des Aufbaus, genauer gesagt zur Beeinflussung des zeitlichen Verlaufes des Aufbaus, wird dem Block 304h die Größe KoMBrSymIAufHA zugeführt. In entsprechender Weise wird dem Block 304h zur Beeinflussung des Abbaus die Größe KoMBrSymIAbHA zugeführt.

Die im Block 304h erzeugte Größe MBrSymIHA' wird einem Verknüpfungspunkt 306h zugeführt. Ein eventuell vorhandener Längssperrenanteil, von der anderen Achse – in diesem Fall der Vorderachse – herrührend, soll auch berücksichtigt werden. Deshalb wird dem Verknüpfungspunkt 306h die mit Hilfe des Blockes 307v ermittelte Größe MBrSymIVA zugeführt. Aus diesen beiden Größen wird im Verknüpfungspunkt 306h eine Differenz gebildet. Somit kann stationär immer nur an einer Achse ein Längssperrenanteil wirksam sein. Regelschwingungen werden dennoch unterbunden, da dynamisch kurze Überschneidungsphasen stattfinden, die dämpfend auf das System wirken. Bei einem Allradfahrzeug kann es zu Längsschwingungen zwischen der Vorderachse und der Hinterachse kommen, da die Eigendämpfung der Regelstrecke gering ist. Die Überschneidungsphasen wirken schwingungsdämpfend.

Der so mit Hilfe des Verknüpfungspunktes 306h gewonnene I-Anteil wird mit Hilfe eines Blockes 307h begrenzt. Nach unten hin auf den Wert 0 und nach oben hin auf einen Wert MBrSymIMax.

Der Maximalwert MBrSymIMax für den I-Anteil wird durch eine Reihe von Größen bestimmt: Zum einen wird er durch die Stellgliedreserve bestimmt. D. h. im Fall der Bremshydraulik darf ein aus dem maximal zur Verfügung stehenden Kreisdruck resultierendes Bremsmoment nicht überschritten werden. Zum anderen wird er auf einen Anteil des momentan zur Verfügung stehenden Kardantriebsmoments begrenzt. Darüber hinaus wird er in Abhängigkeit der

Fahrzeuggeschwindigkeit begrenzt, d. h. mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit wird das zulässige Längssperrenmoment geringer. Oberhalb einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit ist kein Längssperrenmoment erlaubt. Außerdem kann MBrSymlMax auch eine Funktion der Regelzeit, in diesem Fall der Regelzeit eines Antriebsschlupfreglers, sein. Mit zunehmender Regelzeit wird ein stärkerer Eingriff der Längssperre ermöglicht, beispielsweise sei in diesem Zusammenhang auf einen Anfahrvorgang im Gelände hingewiesen.

Der begrenzte I-Anteil wird dem Verknüpfungspunkt 308h zugeführt. In diesem Verknüpfungspunkt werden die beiden Regleranteile, der P-Anteil und der I-Anteil addiert. Durch Addition der beiden Regleranteile erhält man achsweise die Komponente MBrSymLSHA für das Längssperrenmoment. Die Größe MBrSymLSHA stellt den Sollwert für das einzustellende Radmoment dar. Da gemäß dem Ausführungsbeispiel als Stellglied Bremsaktuatoren eingesetzt werden, handelt es sich bei dieser Größe genauer gesagt um einen Sollwert für ein Radbremsmoment.

Die ermittelten Komponenten MBrSymLSVA bzw. MBrSymLSHA des Längssperrenmoments werden für die jeweilige Fahrzeugachse auf die jeweils betreffenden Räder zu gleichen Teilen aufgeteilt. D. h. es findet eine symmetrische Aufteilung zwischen dem linken und dem rechten Rad einer Achse statt. Ein unterlagertes Stellersystem realisiert, neben Momentenanforderungen anderer Regelsysteme, die entsprechenden Radmomente. Bei dem unterlagerten Stellersystem kann es sich beispielsweise um ein Bremssystem, mit dem aktive, d. h. fahrerunabhängige Bremseneingriffe realisierbar sind, handeln. Ferner kann es sich um eine regelbare Längssperre oder eine entsprechende Kupplung handeln.

Für die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. für das erfindungsgemäße Verfahren können ergänzende spezielle Funktionen vorgesehen sein. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Schutzvorrichtung handeln, mit der eine Überlastung der Radbremsen vermieden wird. Bei dieser Schutzvorrichtung wird mit einem bekannten Bremsentemperaturmodell die geschätzte Temperatur der Bremsscheibe ermittelt. Hierzu wird mittels der geschätzten Radmomente die Verlustleistung berechnet. Durch eine Bilanz die Aufheizen und Abkühlen erfaßt, kann auf die Scheibentemperatur geschlossen werden.

Wird ein kritischer Temperaturwert an einer oder mehreren Radbremsen überschritten, so erfolgt entweder kein neuer Aufbau eines Längssperrenmoments mehr oder ein bereits bestehendes Längssperrenmoment wird abgebaut. Dies betrifft jeweils die Achse, an der mindestens eine überhitzte Radbremse vorhanden ist.

Abschließend seien noch einige wichtige Aspekte aufgeführt. Durch die Realisierung der Differentialsperrenfunktion wird das Anfahrverhalten eines Fahrzeuges verbessert, da eine Differenz zwischen der Geschwindigkeit der Vorderachse und der der Hinterachse ausgeglichen wird. D. h. die Realisierung der Differentialsperrenfunktion wird folglich im unteren Geschwindigkeitsbereich eingesetzt. Mit anderen Worten: Die Realisierung der Differentialsperrenfunktion stellt eine Anfahrhilfe dar.

Ferner sei bemerkt, daß die in der Beschreibung gewählte Form des Ausführungsbeispiels sowie die in den Figuren gewählte Darstellung keine einschränkende Wirkung auf die erfindungswesentliche Idee haben soll. Beispielsweise weist das dem Ausführungsbeispiel zugrundeliegende Fahrzeug zwei Antriebsachsen auf. Dies soll keine Einschränkung darstellen. Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung auch für Fahrzeuge eingesetzt werden, die über mehr als zwei ange-

triebene Achsen verfügen. In diesem Fall ist eine entsprechende Adaption erforderlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug, mit dem bei Druchdrehneigung wenigstens eines angetriebenen Rades mit Hilfe von fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffen an wenigstens einem Mittel zur Beeinflussung des Radmoments die Funktion einer Differentialsperre, vorzugsweise einer zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkenden Differentialsperre, realisiert wird, wobei zur Durchführung der fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffe wenigstens ein Sollwert (MBrSymLSVA, MBrSymLSHA) für ein einzustellendes Radmoment vorgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Fahrzeug um ein Fahrzeug mit Allradantrieb handelt, und daß durch die Vorgabe des wenigstens einen Sollwert die für die angetriebenen Fahrzeugachsen vorliegenden Geschwindigkeiten einander angenähert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Mittel zur Beeinflussung des Radmomentes um einen einem Rad des Fahrzeuges zugeordneten Bremsaktor, der Teil einer Bremsanlage ist, mit der fahrerunabhängig Bremsmomente an einzelnen Rädern des Fahrzeuges erzeugt werden können, oder um eine steuerbare mechanische Sperre oder um eine steuerbare Kupplung handelt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem vorgegebenen Sollwert um einen Sollwert für ein Radbremsmoment handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug zwei angetriebene Achsen aufweist, und daß für jede der beiden Achsen ein Sollwert vorgegeben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit erster Radgeschwindigkeitsgrößen (vradfrei), die die freirollenden Radgeschwindigkeiten beschreiben, und einem Sollwert (slSoASR) für den Antriebsschlupf, ein Sollwert (vSoKarLSVA, vSoKarLSHA) für die Kardangeschwindigkeit einer Achse ermittelt wird, und daß in Abhängigkeit von zweiten Radgeschwindigkeitsgrößen (vradij), die die mit Hilfe der Raddrehzahlensensoren ermittelten Radgeschwindigkeiten beschreiben, ein Istwert (vkarVA, vkarHA) für die Kardangeschwindigkeit derselben Achse ermittelt wird, und daß in Abhängigkeit dieses Sollwertes und dieses Istwertes eine Abweichungsgröße (d_vKarLSVA, d_vKarLSHA) ermittelt wird, und daß diese Abweichungsgröße mit Hilfe eines Reglermittels, insbesondere eines PI-Reglers, in den Sollwert für ein einzustellendes Radmoment umgesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert für die Kardangeschwindigkeit so gewählt wird, daß die Differentialsperrenfunktion zeitlich vor einer Motormomentenregelung aktiviert wird, insbesondere wird hierfür der Sollwert für die Kardangeschwindigkeit in Abhängigkeit einer Geschwindigkeitsgröße (vf), die die Fahrzeuggeschwindigkeit beschreibt, ermittelt.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

net, daß bei der Ermittlung der Abweichungsgröße Einflüsse in den zweiten Radgeschwindigkeitsgrößen, die auf wechselseitige Schwingungen der Radgeschwindigkeiten an der jeweiligen Achse zurückgehen, berücksichtigt werden.

5

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Reglermittel einen Proportional- und einen Integralanteil aufweist, wobei eine Integratorverstärkung (KoMBrSymLAufHA, KoMBrSymLAufVA) für den Integrationsanteil in Abhängigkeit des Wertes der differenzierten Abweichungsgröße ermittelt wird.

10

10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Integralanteil schnell abgebaut wird, wenn für die jeweilige Achse wenigstens eine Radschlupfgröße (slRadij) einen vorgegebenen Wert (P_slBRems) überschreitet.

15

11. Vorrichtung zur Realisierung einer Differentialsperrenfunktion für ein Fahrzeug, wobei die Vorrichtung Mittel zur Beeinflussung des Radmoments enthält,

20

wobei bei Auftreten einer Druchdrehneigung an wenigstens einem angetriebenen Rad mit Hilfe von fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffen an wenigstens einem der Mittel zur Beeinflussung des Radmoments die Funktion einer Differentialsperre, vorzugsweise einer zwischen der Vorderachse und der Hinterachse des Fahrzeuges wirkenden Differentialsperre, realisiert wird,

25

wobei zur Durchführung der fahrerunabhängig durchgeführten Eingriffe wenigstens ein Sollwert (MBrSymLSVA, MBrSymLSHA) für ein einzustellendes Radmoment vorgegeben wird.

30

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

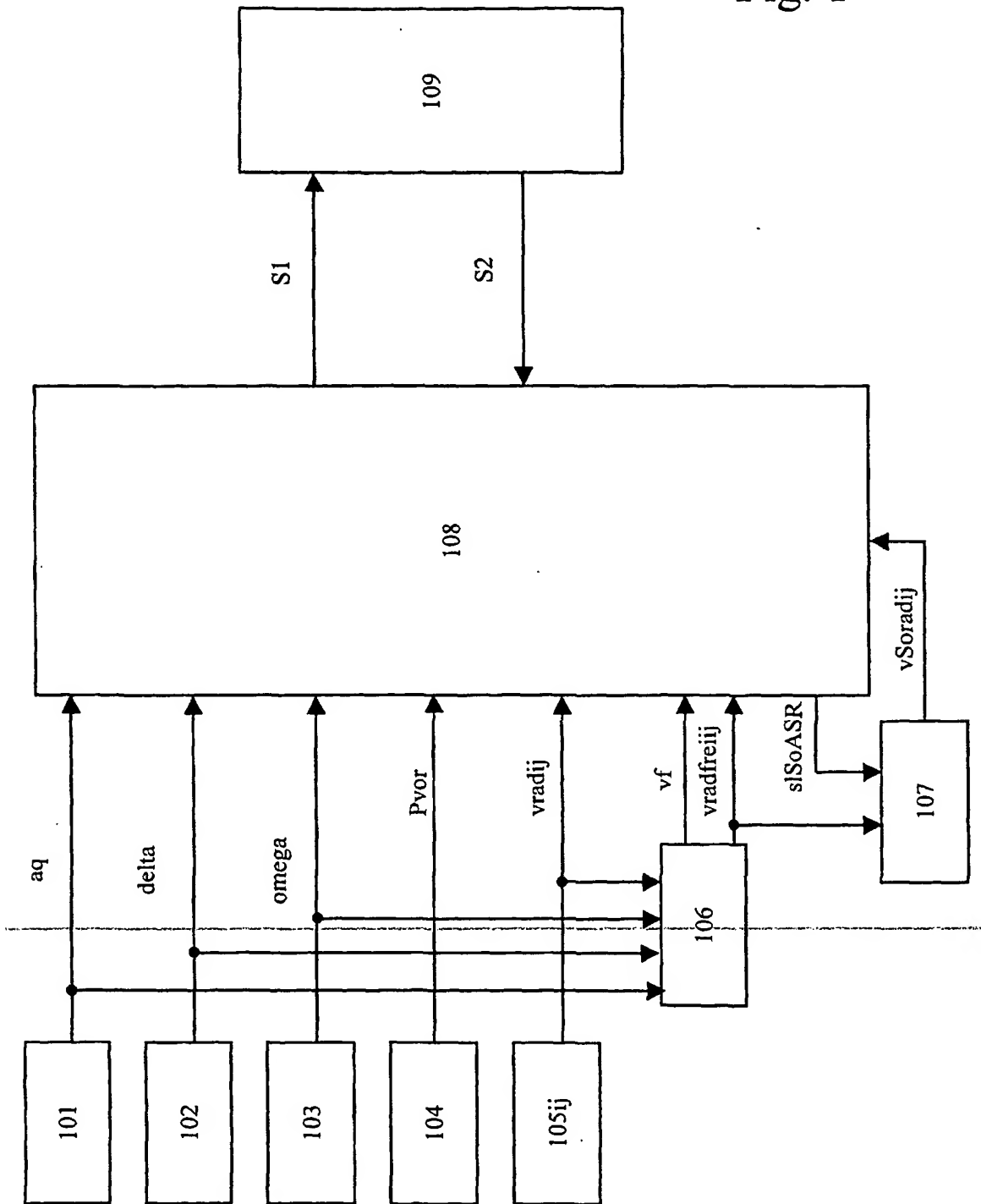
50

55

60

65

Fig. 1



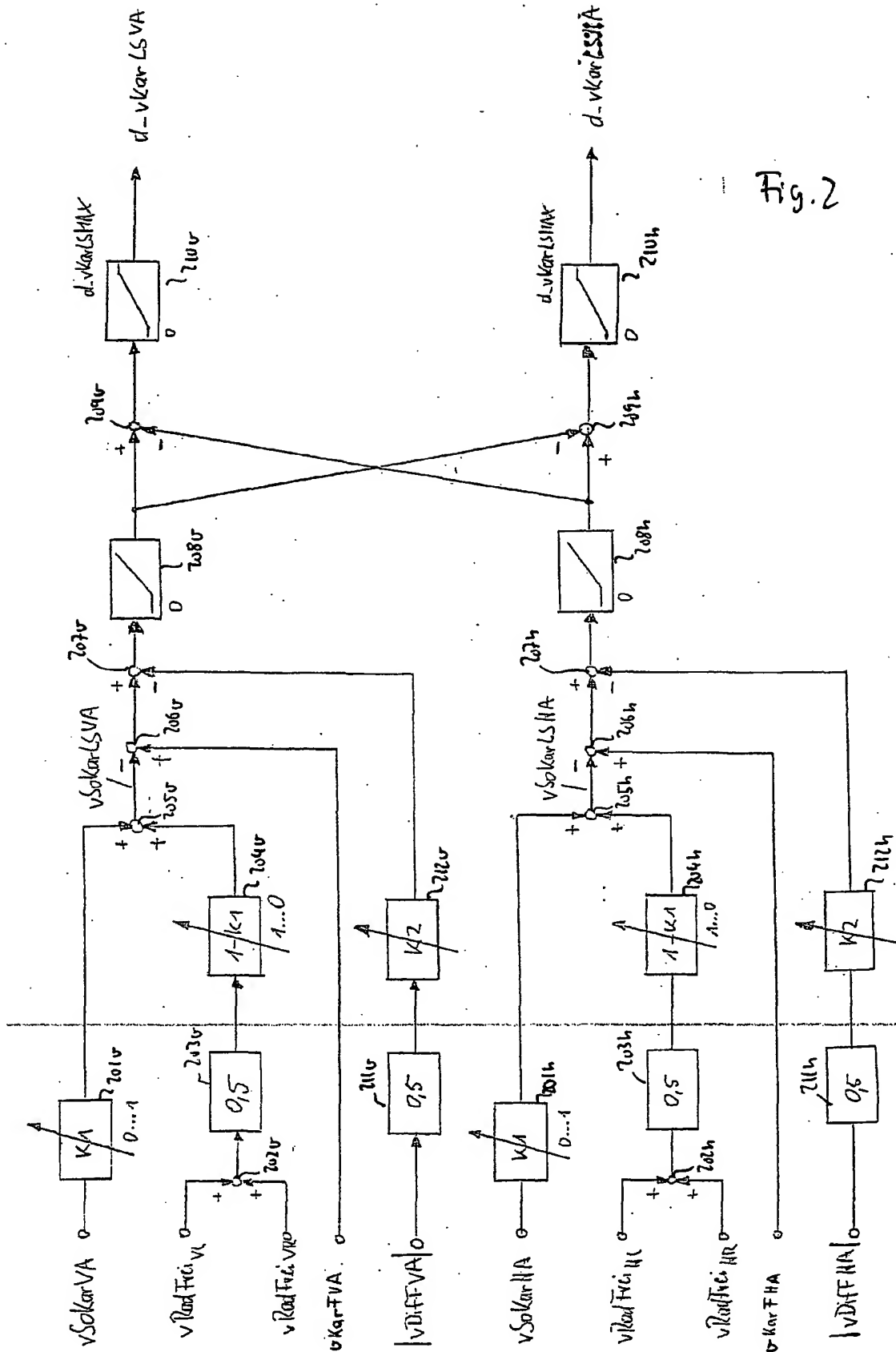


Fig. 2

Fig. 3

